

PAT-NO: JP403251681A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03251681 A

TITLE: COOLING METHOD OF HEARTH BOTTOM ELECTRODE FOR  
DC  
ELECTRIC FURNACE

PUBN-DATE: November 11, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKASHIBA, NOBUMOTO

MIZOTA, HISAKAZU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

KAWASAKI STEEL CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP02045629

APPL-DATE: February 28, 1990

INT-CL (IPC): F27B003/08

US-CL-CURRENT: 373/108, 373/165

ABSTRACT:

PURPOSE: To cool the lower part of a hearth bottom electrode efficiently by a method wherein cooling water is injected from a mist nozzle against the outer peripheral surface of the lower part of an electrode, which is projected out of a furnace, together with compressed air to cool the electrode directly by generated mist.

CONSTITUTION: A hearth bottom electrode 30 is buried into refractories 28a while the lower part of the electrode 30 is projected downward from the steel skin 16a of a hearth bottom. The lower side surface of the electrode

30 is supported by an electrode supporting mechanism 15 while the lower end of the same is supported by a power supply header 7. The lower part of the electrode 30 is surrounded by an annular header 2. Mist nozzles 1 are arranged on the header 2 toward the inside of the header 2 with an equal interval. A cooling water header 3 and an air header 5 are connected to respective headers 2. According to this method, cooling water and compressed air are injected upon operating a furnace and the outer peripheral surface of the lower part of the hearth bottom electrode can be cooled efficiently by generated mist.

COPYRIGHT: (C)1991, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平3-251681

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)11月11日

F 27 B 3/08

7730-4K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 直流電気炉の炉底電極冷却方法

⑯ 特 願 平2-45629

⑰ 出 願 平2(1990)2月28日

⑱ 発 明 者 高 柴 信 元 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

⑲ 発 明 者 溝 田 久 和 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目(番地なし) 川崎製鉄株式会社水島製鉄所内

⑳ 出 願 人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

直流電気炉の炉底電極冷却方法

## 2. 特許請求の範囲

直流電気炉の炉底に配設された炉底電極の冷却方法であって、前記炉底電極の下部を炉底鉄皮よりも下方に突出した状態とし、該炉外に突出した電極下部の外周面に向けミストノズルから冷却水を圧縮空気と共に噴射し、発生したミストによって直接冷却することを特徴とする直流電気炉の炉底電極冷却方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は、直流アークによって金属の溶解、精錬を行う直流電気炉の炉底電極冷却方法に関するものである。

## &lt;従来の技術&gt;

電気炉には交流電気炉と直流電気炉とがあり、交流電気炉は3本の黒鉛電極を炉の上方から挿入

し、溶鋼を中心点としてアークを発生させるものであり、また直流電気炉は黒鉛電極が必ずしも3本ではなく1本乃至3本の電極を挿入し、炉底部を他方の電極として直流アークを発生させるものである。

交流電極は3本電極のため炉の上部構造が複雑になると共に3相アークが相互電磁力により外側に曲げられ放散熱が多く熱効率が悪い、またアークの曲がりにより炉壁を局部的に損傷させる。更には電極消耗量が大きばかりでなく騒音が大きく、フリッカが激しい等の問題点がある。これに対して直流電気炉は、電極が少いため炉上方の電極周りはシンプルになり、交流電気炉に比べて黒鉛電極の原単位や電力原単位の低減およびフリッカの減少が期待できるという長所があるが炉底電極の寿命および安全性に問題点がある。

日本工業協会発行、工業加熱炉、vol. 25 (1988)、No. 2、P. 24~33所載の「直流アーク炉の現状と将来」と題する報文に述べられているように直流電気炉の炉底電極には多数の小径電極を炉底

に内張りされた耐火物に直立して埋設する小径多電極方式および大径の鋼丸棒を炉底に1本乃至3本を直立して配設する大径電極方式が知られている。

第6図は直流電気炉の断面概略図であり、炉体10は炉蓋12、炉壁14、炉底16から構成されていて、炉蓋12を通して黒鉛電極18、1本（場合によっては2本乃至3本）が挿入されており、炉壁14には水冷パネル20が取付けられている。炉底16の右側端部には精錬後の溶鋼を出鋼する出鋼口24が設けてあり、炉底16の、左側端部にスラグを排出する排滓口22が設けてある。また炉底16には鋼棒製の小径炉底電極30が多数埋設されていると共に炉体10は油圧シリンダ等の傾動装置（図示せず）によって左右に傾動可能になっている。出鋼口24の直下には溶鋼の排出を停止するためのストッパ26を開閉自在に設けてある。

小径多電極方式の炉底電極30は例えば鋼丸棒を50～200本といった多数を第4図に示すように炉底16に内張りされた耐火物28、28'に直立して埋

設されており、これらの炉底電極30が電極回路の陽極を形成し、この陽極に炉蓋12より突き出している黒鉛電極18が陰極として対向している。この方式の場合、炉底電極30の1本の直径は50mmφが最大限である。

炉底電極30の周囲にはスタンプ材28'（成形耐火物の使用も不可能ではないがコスト高となる）が打設されており、炉底電極30の上端面はスタンプ材28'の上面に露出しており、また下端部は炉底鉄皮16aから炉外に突出され炉底鉄皮16aと離間して設けた冷却板32に達して、冷却板32に接続した空冷管34から冷却用空気を供給することによって炉底電極30を空冷方式により冷却するようになっている。

なお、炉底電極30としては前記第4図に示す小径多電極方式の他に第3図に示すように例えば大径の鋼丸棒30を炉底16の中心から等距離の同一円周上に等しいピッチで3本配設する大径3本（あるいは2本）電極方式も採用されている。当該炉底電極30は成形耐火物28aの上面に露出しており、

下端部を炉底鉄皮16aから炉外に突出させている点は前記小径多電極方式と同じであるが、炉外に突出した炉底電極30を囲む水冷函2を設け、水冷管6から冷却水を供給して冷却する構造になっている。この方式の場合、炉底電極30の1本の直径を250mmφとするのが最大限である。なお36は炉底電極30に給電する水冷式の給電ケーブルを示しており、給電ケーブル36内には水路（図示せず）が形成されていて水路に給水することによって冷却されるようになっている。

前述のように小径多電極方式および大径3本電極方式において炉底電極の最大外径寸法に限界があるのは空冷による小径多電極方式炉底電極の場合には、炉底電極径 $\leq 50\text{mm}\phi$ で、電流密度＝電流（A）／電極断面積（ $\text{cm}^2$ ） $\leq 25\text{A}/\text{cm}^2$ 、また水冷による大径3本電極方式の場合には、炉底電極 $\leq 250\text{mm}\phi$ で、電流密度 $\leq 50\text{A}/\text{cm}^2$ であり、いずれの方式においても、炉底電極は上方の溶鋼から伝熱と電流による抵抗熱とを考慮して下記の条件で炉底電極を冷却する必要があるからである。

$$\begin{aligned} & \{ (\text{炉底電極上方の溶鋼からの伝熱}) \\ & + (\text{電流による炉底電極の抵抗熱}) \} \\ & \leq (\text{炉底電極の放熱}) \end{aligned}$$

すなわち空冷方式の場合、冷却用空気の流速は20～30m/秒であるため、総放熱伝達係数Kは20～30kcal/m<sup>2</sup>・hr・℃程度であり冷却効果が低いので前述のように炉底電極30の直径は50mmφが上限となる。

これに対して水冷方式の場合、水冷函2は鋼板で製作されているので水冷鋼板を介する間接水冷による放熱は直接空冷による放熱の100倍程度が可能であり、総放熱伝達係数Kは2000～3000kcal/m<sup>2</sup>・hr・℃であるため前述のように電極30の径は250mmφに上限を拡大することができる。

<発明が解決しようとする課題>

近年、直流電気炉の大型化が指向されているが空冷による小径電極方式では炉底電極の径を50mmφにするのが上限であるので大型炉になるほど使用する炉底電極の本数を増加する必要が生じ、例えば炉容30t/チャージでは30mmφ×50本、炉容

100 t / チャージ規模 ( 100 K V A ) では  $40 \text{ mm} \phi \times 150 \sim 200$  本が必要となる。これを炉底の  $2800 \text{ mm} \phi$  の中に配設すると各炉底電極間の距離は  $110 \text{ mm}$  ピッチ程度となり、炉底電極間の断熱する耐火物は粉状耐火物をスタンプにより突き固めるより手段がない。このため直流電気炉として使用中に耐火物の損耗が早く概略  $2 \text{ mm} / \text{チャージ}$  で損耗し、炉底電極の寿命を決定づけることになり、炉底電極の寿命は 500 チャージ以下である。

これに対して水冷による大径 3 本電極方式の炉容  $270 \text{ t} / \text{チャージ}$  では  $250 \text{ mm} \phi \times 3$  本が必要となる。水冷による大径 3 本 (あるいは 2 本) 電極方式による場合には各電極間の距離を十分に取ることができるので、炉底電極間を耐損耗性のよい成形耐火物で構築することができるので前述の空冷式多電極方式よりも有利であり、耐火物損耗速度を  $1 \text{ mm} / \text{チャージ}$  に半減できる。

しかるに水冷大径 3 本 (または 2 本) 電極方式による直流電気炉において稼働中に炉底電極 30 の上端部が溶損し、第 5 図に示すように成形耐火物

28 a の表面より凹んだ状態になるが、この溶損による溶解凹み深さ  $h$  は炉底電極の径  $d$  とほぼ等しい深さすなわち  $h \approx d$  になる傾向がある。炉底電極 30 の凹みには操業停止後に、溶鋼 8 が凝固して凝固層 8 a が継ぎ足されて修復されるけれども、溶損による凹み深さ  $h$  が大きくなるほど炉底電極 30 の寿命が短くなる。

ところで、直流電気炉の稼働中に何らかの原因により大径電極方式の炉底電極 30 が水冷による放熱不足により溶損による溶解凹み深さ  $h$  が極端に大きくなって炉底電極 30 の下端部まで達すると第 3 図に示す水冷式の給電ケーブル 36 や水冷函 2 が溶損し冷却水が漏洩して炉下に溜まることになる。それと共に直流電気炉の溶損した炉底電極 30 の部分から出鋼口から溶鋼が流下するが如くに落下し、炉下に溜まった冷却水をカバーする状態になるといわゆる水蒸気爆発を生じる危険性がある。

本発明は前述の事情に鑑みてなされたものであり、大径電極方式の炉底電極の冷却方法を改良することによって炉底電極の放熱効果を向上させる

と共に、万一炉底電極が溶損しても直流電気炉内から漏洩した溶鋼による水蒸気爆発を低減することができる直流電気炉の炉底電極冷却方法を提供することを目的とするものである。

#### <課題を解決するための手段>

前記目的を達成するための本発明は、直流電気炉の炉底に配設された炉底電極の冷却方法であって、前記炉底電極の下部を炉底鉄皮より下方に突出した状態とし、該炉外に突出した電極下部の外周面に向けミストノズルから冷却水を圧縮空気と共に噴射し、発生したミストによって直接冷却することを特徴とするものである。

#### <作 用>

炉底鉄皮より下方に突き出した炉底電極の下部突出部の外周面を冷却水ミストにより直接冷却するので総括熱伝達係数  $K = 20000 \sim 30000 \text{ kcal} / \text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$  で冷却され従来の直接空冷は勿論のこと水冷に比較して約 10 倍の放熱効果で冷却することが可能となる。このため冷却水の使用量を削減することができると共に、炉底電極の径を最大 300

$\text{mm} \phi$  に拡大することができる。

このため炉底電極の下部突出部の外周面のみを冷却水ミストにより直接冷却すれば十分であり、炉底電極の直下部には水冷却システムを設ける必要がなくなるばかりでなく炉底電極が下端部まで溶損する危険性が大幅に低減され、また冷却水は安価な工場排水を使用することができる。また万一炉底電極が溶損して直流電気炉内から溶融金属が漏洩しても冷却水ミストは炉下に溜まる可能性は少なくまた炉底電極の下部には水冷却システムがないので水蒸気爆発を防止することができる。

#### <実施例>

以下、直流電気炉によって鋼スクラップを溶解・精錬する大径電極方式の炉底電極を冷却する方法に係る一実施例を図面に基づいて説明する。

第 1 図および第 2 図において、直流電気炉には大径電極方式の炉底電極 30 (径  $250 \sim 300 \text{ mm} \phi$ ) が成形耐火物 28 a 中に埋設されており、炉底電極 30 の下部は炉底鉄皮 16 a よりも下方に突出した状態としてある。炉底電極 30 の下部側面は電極支持

機構15により支持されていると共に下端部は非水冷式の給電ヘッダ7により支持されており、非水冷式給電ヘッダ7には非水冷式の給電ケーブル36が接続されている。なお、21は炉体側と電極側を絶縁する電気絶縁体を示す。また炉底電極30の下端部には測温計17が埋設されていて、補償導線19によって検出温度を導くようになっている。

炉底電極30の炉外に突出した電極下部の外周を取囲んで現状ヘッダ2が図面では3段配置されており、各現状ヘッダ2には内向きに等間隔を置いてミストノズルが配設されている。そして各現状ヘッダ2には冷却水ヘッダ3および空気ヘッダ5が接続されており、冷却水ヘッダ3および空気ヘッダ5にはそれぞれ冷却水および圧縮空気が供給されるようになっている。9は現状ヘッダ2の外方からミストノズル1を包囲する排水受箱であり、排水受箱9の上端部には排気口11が、また下端部には排水管13が設けられている。

本発明においては直流電気炉によりスクラップを溶解・精錬する過程で、現状ヘッダ2に冷却水

ヘッダ3および空気ヘッダからそれぞれ冷却水および圧縮空気を供給し、さらに現状ヘッダ2から冷却水と共に圧縮空気を各ミストノズル1に供給して噴射し、発生したミストにより炉底鉄皮16aより下方に突出した炉底電極30の下部外周面を抜熱効果よく冷却するものである。

このため、第2図に示すように炉底電極30の溶損により溶解凹み深さhが大きくなり電極内部の溶解部8aが炉底鉄皮16a近傍に達するような事態が生じても炉底電極30の下部は抜熱効果よくミスト冷却されているので下部まで溶損することがなく直流電気炉内から溶鋼が漏洩する危険が殆どない。特に炉底電極30の下端部に埋設した測温計17により電極温度を測定しているので、早めに対策を講じることができるので漏鋼の防止に対する信頼性を向上できる。また万一、電極が溶損するような非常事態が生じても炉底電極30の下部には冷却水系統がないので炉下での水蒸気爆発を防止することが可能となる。

炉底電極30の下部外周面に噴射された冷却水ミ

ストの大半は水蒸気となって排水受箱9の上端部に設けた排気口11から排出され、また蒸発しないで排水受箱9内に回収された水は排水受箱9の下端部に設けた排出管13から排出される。

#### <発明の効果>

以上説明したように本発明によれば下記の効果が得られる。

圧縮空気を用いて冷却水をミスト化して炉底電極の下部を直接冷却するので抜熱効果よく冷却される。その結果、電極が下端部まで溶損する事故を低減できると共に、従来法に比較して少量の冷却水で足りるばかりでなく、冷却水として安価な工場の運水を使用することが可能になる。

さらに炉底電極の直下部には水冷系統を設ける必要がないので、万一電極の溶損により炉内溶融金属が漏洩しても水蒸気爆発を防止できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図は本発明の方法に係る一実施例を示し、第1図は平面図、第2図は第1図のA-A矢視を示す断面図、第3図は大径3本電極

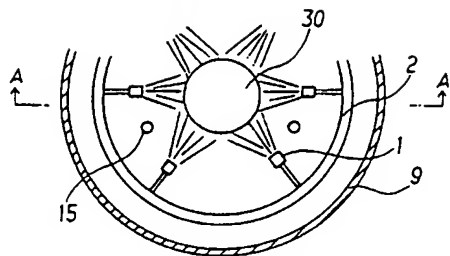
方式の従来例を示す断面図、第4図は小径多電極方式の従来例を示す断面図、第5図は炉底電極の溶損状況を示す断面図、第6図は直流電気炉の全体構造を示す断面図である。

- |           |            |
|-----------|------------|
| 1…ミストノズル、 | 3…冷却水ヘッダ、  |
| 5…空気ヘッダ、  | 7…給電ヘッダ、   |
| 9…排水受箱、   | 11…排気口、    |
| 13…排水管、   | 15…電極支持機構、 |
| 17…測温計、   | 19…補償導線、   |
| 21…絶縁体、   | 30…炉底電極。   |

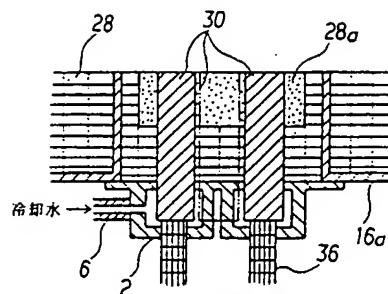
特許出願人

川崎製鉄株式会社

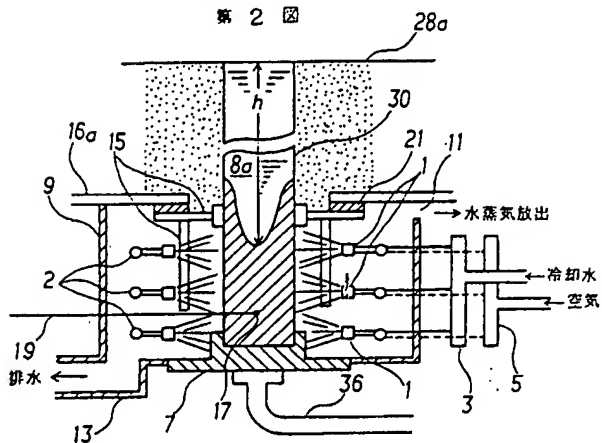
第 1 図



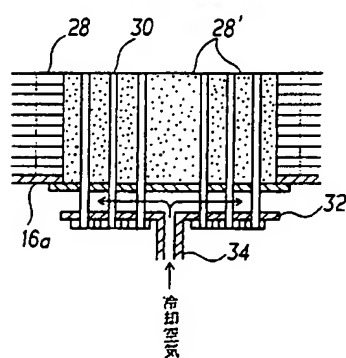
第 3 図



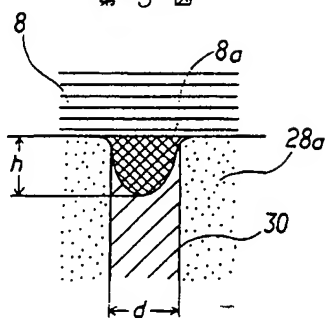
第 2 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

